«После ГВУ»: компьютерная игра, в которой моделируется стратегия боя с применением ядерного оружия

А. К. ДЬЮДНИ

ПРЕДСТАВЬТЕ, что вы — глава государства, располагающего ядерным оружием. Только что генерал, начальник штаба вооруженных сил, принес вам сводку данных в виде странной таблицы цифр. Две строки таблицы обозначены словом «мы», а два ее столбца — словом «они». Генерал обращается к вам со словами:

— В этой матрице содержится количественная оценка нашего военного, экономического и политического положения. Как видите, каждой возможной комбинации действий соответствует маленький квадратик в таблице. Если, например, мы атакуем, а противник не отвечает контрударом, то наше положение ухудшится предположительно на 63 условные единицы.

Генерал несколько задумался, но затем, просветлев, добавляет:

— Однако положение противника ухудшится на 74 единицы.

Как глава государства вы уже привыкли выступать с речами и перерезать ленточки. Вам, конечно, приходилось бывать и на совещаниях по стратегическим вопросам, после которых вы признавались, что понять все, о чем там говорилось, вам было сложновато. Тем временем начальник штаба продолжает:

— Короче говоря, мы имеем простую матрицу размером 2 × 2, пока-

		ОН	
		МОЛЧАТЬ	СОЗНАТЬСЯ
ОНА	МОЛЧАТЬ	(3,3)	(0,5)
	СОЗНАТЬСЯ	(5,0)	(1,1)

Матрица «дилеммы арестованного»

зывающую, насколько велики выигрыш и проигрыш в тех случаях, когда либо одна сторона, либо обе стороны принимают решение нанести ядерный удар по противнику, либо ни одна из сторон такого решения не принимает.

Примерно в такой ситуации вы оказываетесь, когда начинаете стратегическую компьютерную игру, получившую название «После ГВУ» (сокращение ГВУ означает гарантированное взаимное уничтожение; в оригинале игра называется «After MAD». Игра слов: MAD — mutually assured destruction, mad — «сумасшедший», «безумный»). Игра изобретена в 1985 г. в Массачусетском технологическом институте Тэдом Хомер-Диксоном и Кевином Оливо. Слово «после» относится к той стадии игры, когда уничтожение может оказаться и не совсем взаимным. По мере того как оружие становится все более совершенным, появляется возможность нанесения такого удара по противнику, после которого он уже не в состоянии ответить серьезным контрударом. Как следствие у каждой стороны появляется и растет соблазн совершить неспровоцированное нападение. На этой стадии участники игры попадают в ситуацию, известную как «дилемма арестованного».

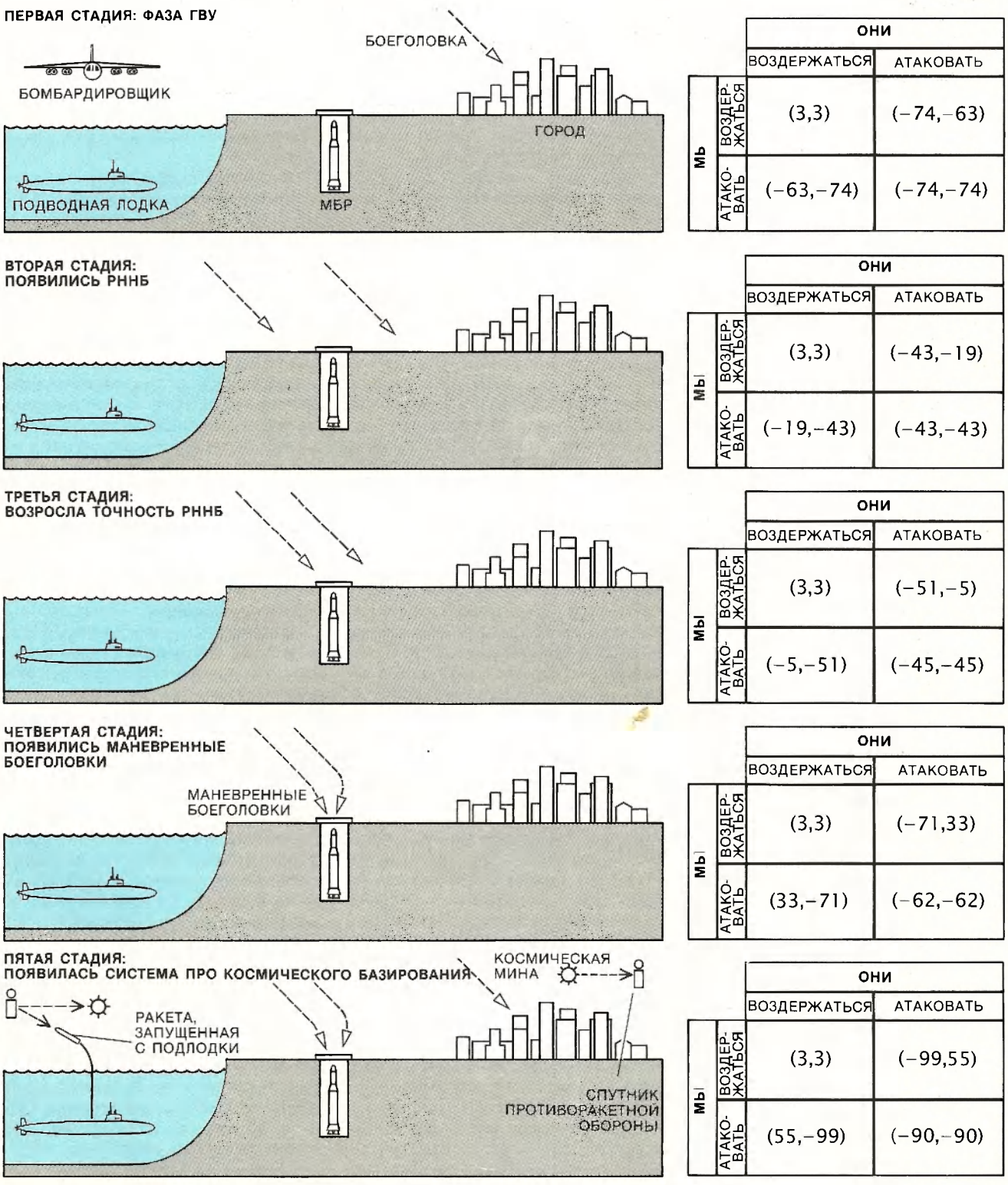
Как уже говорилось, ключевым элементом игры является матрица 2 × 2. Наличие двух строк и двух столбцов объясняется тем, что каждая сторона может совершить два альтернативных действия: либо атаковать, либо воздержаться от нападения. Содержимое матрицы меняется от одной стадии игры к следующей таким образом, что в каждый данный момент матрица подводит стратегический баланс, отражая его в своих числовых элементах. Каждый элемент матрицы состоит из пары чисел, по одной паре на каждую возможную комбинацию действий, избранных обеими сторонами. Первое число каждой пары соответствует оценке исхода данной комбинации для «нас», а второе — для «них». Если, например, «мы» решили воздержаться и не атаковать в то время, как противник нанес удар, то первое число будет меньше второго.

В последующем содержимое матрицы, конечно, будет зависеть от комбинации «ходов», сделанных обеими сторонами на основании предшествующего содержимого матрицы. Каждая матрица игры приводит к одной из четырех других матриц в зависимости от ходов, сделанных играющими. В игре «После ГВУ» всего насчитывается 110 матриц, или 110 возможных ситуаций. По мере развития событий в игре можно выделить пять различных стадий.

На первой, или начальной, стадии ГВУ стратегическое оружие каждой стороны эффективно только против незащищенных целей, таких, как населенные и административно-хозяйственные центры. На второй стадии (спустя 10 лет после начальной) появляются межконтинентальные баллистические ракеты (МБР) с несколькими независимо наводящимися боеголовками. Хотя значительная часть стратегического оружия старого образца по-прежнему нацелена на незащищенные объекты, каждая сторона придерживается так называемой «противоударной» стратегии: ее боеголовки нацелены исключительно на шахты, в которых спрятаны МБР противника. На третьей стадии (через 20 лет после начальной стадии ГВУ) боеголовки уже значительно усовершенствованы. Взаимное уничтожение теперь не является неизбежным исходом ядерного конфликта, поскольку имеется гарантия, что сторона, нанесшая предупреждающий удар, уничтожит 75% стратегических наступательных сил противника. На четвертой стадии (по прошествии 30 лет после начальной стадии) обе стороны уже располагают новым оружием — МБР с маневренными боеголовками, которые практически способны уничтожить все МБР противника. Взаимное уничтожение уже маловероятно, поскольку теперь стало возможным нанести предупреждающий удар по шахтам с МБР; угроза ответного удара по населению уже не является достаточным сдерживающим фактором перед соблазном нанести предупреждающий удар по стратегическим силам противника. И наконец, пятая стадия (спустя 45 лет после начальной) характеризуется наличием систем противоракетной обороны космического базирования (СПРОКБ), способных полностью заблокировать любое ракетно-ядерное нападение, в котором участ-

вует не более 50% ракет противника. Каждая сторона располагает космическими минами, запускаемыми на орбиты, проходящие вблизи от элементов СПРОКБ противника. Таким образом, сторона, нанесшая первый удар, может уничтожить и систему противоракетной обороны, и МБР, и населенные пункты противника. СПРОКБ нападающей стороны останется в неприкосновенности и сможет заблокировать любую последующую атаку баллистических ракет, запущенных с подводных лодок противника.

Пять основных матриц игры отражают относительные уровни нестабильности на описанных выше пяти стадиях (см. рисунок внизу). Играющие переходят от одной основной матрицы к следующей только в том случае, если на данной стадии ни один из них не атакует. Однако перспектива нападения становится все более заманчивой, потому что, с одной сторо-



		ОНИ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	ОНИ: АТАКОВАТЬ
МЫ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ		(3,3)	(−74,−63)
МЫ: АТАКОВАТЬ		(−63,−74)	(−74,−74)

		ОНИ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	ОНИ: АТАКОВАТЬ
МЫ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ		(3,3)	(−43,−19)
МЫ: АТАКОВАТЬ		(−19,−43)	(−43,−43)

		ОНИ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	ОНИ: АТАКОВАТЬ
МЫ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ		(3,3)	(−51,−5)
МЫ: АТАКОВАТЬ		(−5,−51)	(−45,−45)

		ОНИ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	ОНИ: АТАКОВАТЬ
МЫ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ		(3,3)	(−71,33)
МЫ: АТАКОВАТЬ		(33,−71)	(−62,−62)

		ОНИ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	ОНИ: АТАКОВАТЬ
МЫ: ВОЗДЕРЖАТЬСЯ		(3,3)	(−99,55)
МЫ: АТАКОВАТЬ		(55,−99)	(−90,−90)

Пять основных стадий игры «После ГВУ» и соответствующие им матрицы

ны, возрастает положительный баланс как результат такого решения, а с другой, беспокоит сознание, что противник подвергается тому же соблазну. Последние две матрицы представляют собой по существу «дилемму арестованного».

Как писал популяризатор математических игр Д.Р. Хофштадтер, эта дилемма возникает, когда поблизости от места преступления полиция находит двух человек и задерживает их для допроса. Как обычно, подозреваемых допрашивают по отдельности, чтобы они не смогли согласовать свои версии. Допустим, что оба подозреваемых виновны. Никто из них не знает, сознается или нет соучастник. Если сознаются оба, то эта пара окажется в тяжелом положении. Но если сознается кто-то один, то он произведет более благоприятное впечатление и получит меньший срок, чем несознавшийся соучастник.

На языке рассматриваемой дилеммы каждый из арестованных может либо сохранить солидарность со своим партнером, отрицая свое участие в преступлении, либо нарушить солидарность, во всем сознавшись. Описанной дилемме соответствует стандартная матрица (см. рисунок на с. 110). Я назвал арестованных «он» и «она» в надежде немного оживить логические рассуждения этим романтическим элементом. Если он и она солидарны и отказываются от содеянного, то оба получают за это «награду» по 3 очка. Если оба сознаются, то в итоге получат только по одному очку. Но если сознается только один арестованный, то он (или она) выиграет пять очков, в то время как несознавшийся соучастник не выиграет ничего.

Какое решение лучше принять в такой игре? Стратегия «дилеммы арестованного» оценивается не по одной игре, а по результатам многих игр. Усредненный выигрыш уже становится достаточно представительным критерием для выбора правильной стратегии.

		ОНИ	
		ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	АТАКОВАТЬ
МЫ	ВОЗДЕРЖАТЬСЯ	(3,3)	(−71,33)
	АТАКОВАТЬ	(33,−71)	(−62,−62)

Основная матрица четвертой стадии игры «После ГВУ»

В 1983 г. Р. Аксельрод из Института обществоведения организовал в Мичиганском университете турнир по игре «дилемма арестованного». Участниками турнира были компьютерные программы, реализующие различные стратегии игры. Каждая пара программ играла по 1000 матчей. Абсолютным чемпионом стала очень простая программа под названием TIT FOR TAT (око за око). Стратегия этой программы заключалась просто в том, чтобы всегда повторять ход, только что сделанный программой — оппонентом.

Матрицы игры «После ГВУ» аналогичны матрицам «дилеммы арестованного». Вместо слов «молчать» и «сознаться» я подставил соответственно слова «воздержаться» и «атаковать». Отметим также, что числа в матрицах игры «После ГВУ» обычно больше, как это видно на примере матрицы четвертой стадии игры (см. рисунок на с.111). Соотношение между величинами «выигрыша» типично для всех ситуаций, подобных дилемме арестованного: выигрыш при безнаказанном нападении равен 33, выигрыш при взаимном воздержании равен 3, выигрыш при запоздалом ответном ударе равен −62 (т. е. проигрыш), и, наконец, в наихудшем случае, когда удар противника остался без ответа, выигрыш равен −71 (тоже проигрыш). Эти величины образуют строго убывающую последовательность. Остается лишь надеяться, что играющие в игру «После ГВУ» также будут придерживаться стратегии «око за око», обеспечивая тем самым не только приличный счет для каждого игрока, но и, если можно так выразиться, поддержание мира во всем мире.

Хомер-Диксон и Оливо приложили немало усилий, чтобы придать игре реалистичный характер как в плане числовых соотношений в матрицах, так и в плане комментария, сопровождающего каждую ситуацию и выдаваемого на распечатке. При создании этой игры авторы отчасти преследовали цель смоделировать влияние научно-технического прогресса на стратегические взаимоотношения между США и СССР, однако их первоначальная гипотеза относительно стратегии, которой будут придерживаться играющие в эту игру студенты (среди прочих игроков), не выдержала проверки. Играющие обычно не дожидались, пока матрицы игры становились в достаточной мере нестабильными, прежде чем начать боевые действия. В 35 играх из 100, сыгранных в Массачусетском технологическом институте, одна из сторон наносила ядерный удар еще тогда, когда перспектива взаимного уничтожения оставалась практически неминуемой.

Нужно заметить, что перед игрой студентам подробно объяснили, как разворачиваются события в игре, а также просили их давать письменные объяснения по поводу выбираемых ходов. И все же, наверное, нам повезло, что студенты принимали свои решения лишь в игре, а не в реальных условиях, когда одно такое решение может погубить весь мир. Остановимся теперь на том, какими соображениями руководствовался Хомер-Диксон при построении матриц этой игры и как играющие реагировали на информацию, содержащуюся в матрицах.

Численная оценка возможных ходов, содержащаяся в каждой матрице игры «После ГВУ», складывается из трех компонент, отражающих соответственно такие факторы, как военное превосходство, экономическое и социальное благополучие государства, а также стабильность политической власти. Наименьший выигрыш, равный 3, складывается из трех единиц, по одной на каждую из перечисленных компонент. Такой выигрыш получает сторона за короткий период между двумя последовательными ходами при условии, что в этот период сохраняется мир, и, таким образом, каждая из компонент имеет небольшой положительный прирост. Наибольшее изменение в ту или иную сторону, обусловленное какой-то одной компонентой, может быть равно 33 условным единицам.

Вот, например, как Хомер-Диксон рассчитал выигрыш в основной матрице на третьей стадии игры, который получает сторона, совершающая нападение при условии, что противоположная сторона воздерживается от удара на данный момент. Военная компонента, оцениваемая перед этим ходом как +5, должна быть уменьшена на 3 единицы, чтобы учесть отрицательные последствия потенциального ответного удара. Цифра 3 была получена из следующих соображений. Если нападающая сторона нанесет всеми имеющимися средствами предупреждающий удар по стратегическим силам противника, то она сможет уничтожить их на 75%. В этом случае сторона, атакующая первой, сможет причинить ущерб другой стороне, оцениваемый приближенно как (75/100) × 33 = 24 условным единицам. Поскольку у стороны, подвергшейся нападению, остается лишь 25% ее стратегических вооружений, она может причинить ущерб стороне, совершившей нападение, оцениваемый лишь как (25/100) × 24 = 6 условным единицам. Этот потенциально

возможный урон, равный 6, уменьшается вдвое ввиду неопределенности относительно того, сможет ли сторона, подвергшаяся нападению, нанести ответный удар даже оставшимися 25% своих стратегических сил.

Итоговая оценка +2 военной компоненты, остающаяся после того, как 3 единицы (потенциальный урон от возможного контрудара) были вычтены из 5 (оценка военного превосходства), складывается затем с оценками изменений в экономическом и социальном благополучии (−2) и политической стабильности (−5). Предположительно сторона, первой совершившая нападение, понесет в результате ответного удара некоторые потери в населении и промышленном потенциале. Правительство же этой стороны (в разумном мире) также подвергнется всеобщему осуждению за развязывание войны. Таким образом, в итоге сторона, наносящая предупреждающий удар, получает +2 − 2 − 5 = −5 очков.

Комментарии, печатаемые компьютером по ходу игры «После ГВУ», тщательно описывают все стратегические аспекты сложившейся на данный момент ситуации. Авторы игры Хомер-Диксон и Оливо объясняют также играющим, как числовые элементы матриц отражают текущую ситуацию и возможные последствия того или иного решения. Поскольку всего в игре насчитывается 110 различных матриц, то она содержит также и 110 сценариев, комментирующих игроку в виде текста ту матрицу, с которой он имеет дело на данный момент.

Война начинается, как только один (или оба) из игроков наносит удар по противнику. В этот момент игра переключается от одной из основных матриц, а именно от той, которая предшествовала нападению, к той или иной побочной матрице. Война может привести к полному уничтожению обеих сторон (в этом случае игра заканчивается) либо вернуть противников к одной из предыдущих стадий и соответственно матриц, чтобы они могли постепенно восстановить свой потенциал.

Хотя играющим настойчиво советовали делать все возможное, чтобы получить максимальное количество баллов, они, как видно, принимали в расчет и множество других факторов. Не имея возможности наблюдать друг за другом или общаться в какой-либо форме, они начинали нервничать и подозревать худшее. Вот, например, как двум играющим — назовем их условно «Строка» и «Столбец» — удалось выжить в игре «После ГВУ».

Строка вела себя как совершеннейший пацифист. Как зафиксировал ее компьютерный дневник, Строка не пыталась любой ценой увеличить счет своим баллам, а руководствовалась чисто моральными принципами. «Я играю не на очки. В этой игре я хочу главным образом следовать моим убеждениям. Вероятно, я буду все время воздерживаться от нападения... и надеюсь, что мой оппонент будет играть так же, как и я».

Согласно записям Столбца, в течение нескольких первых ходов он не совершал нападения просто потому, что выигрыш, сопутствующий этому решению, был недостаточно велик. Столбец помимо желания максимально увеличить количество своих баллов пытался еще и максимально увеличить разницу между своими баллами и баллами Строки. Уже на ранних стадиях игры он признавался, что боится нападения со стороны Строки.

Наступил момент, когда Столбец уже не мог противостоять искушению напасть на противника. Это привело Строку в замешательство. Она подумала, что Столбец атаковал либо потому, что боялся нападения со стороны Строки, либо потому, что хотел сделать игру интереснее. Строка надеялась, что Столбец не совершит нового нападения, на этот раз из опасения, что Строка планирует отомстить ему.

На следующих двух этапах оба игрока воздерживались от активных действий. Строка теперь уже была уверена в том, что Столбец не нарушит перемирия, поскольку она, Строка, доказала ему свою приверженность мирной политике. Однако эта ситуация была интерпретирована Столбцом совершенно по-иному. Столбец пришел к выводу, что Строка просто потихоньку восстанавливает силы, с тем чтобы атаковать Столбца более эффективно. Поэтому уже на следующем ходу Столбец совершил новое нападение. Он начал выказывать нервозность по поводу продолжающегося непротивления Строки. «В конце концов я хочу свести ее к такому низкому уровню, что, даже если она решит ответить контрударом, ее счет станет отрицательным».

После игры Строка задумалась о своей стратегии и решила, что ее следует несколько пересмотреть. Ее новая стратегия, все еще диктуемая моральными принципами, уже содержала в себе и определенный элемент принципа «око за око»: «Главным образом моя стратегия заключается в политике «неприменения первым». В случае если противник все же атакует, я немедленно нанесу ответный удар и буду в последующем действовать в той же манере, пока мой оппонент либо не прекратит военных действий, либо не покажет, что не остановится ни перед чем для достижения полной победы. В любом из этих случаев я начну воздерживаться от нападений, поскольку нет никакого смысла в том, чтобы уничтожать всех его людей тоже, если он решил уничтожить всех моих. После того как мой оппонент нарушит мир, я приму стратегию «неприменения первым» и буду следовать ей вплоть до стадии, когда на вооружение поступят МБР с маневренными боеголовками. На этой стадии я совершу нападение, чтобы избежать риска одностороннего нападения со стороны противника, которое сделает меня совершенно беззащитной ... Хотя такой подход может показаться излишне резким, он, по-видимому, является наилучшим способом обеспечить минимальное количество жертв среди мирного населения».

На основании опыта, извлеченного из игр между студентами, Хомер-Диксон и Оливо пришли к выводу, что играющие интерпретировали количественные показатели матриц не так, как им было предложено, и руководствовались другими критериями. Иногда игроки стремились максимально увеличить разность между количеством своих баллов и баллов противника. Этим, наверное, можно объяснить, почему многие решали начать боевые действия почти с самого начала. Другие стремились к тому, чтобы максимально увеличить сумму своих баллов и баллов противника. Этим можно объяснить, почему 20% играющих так ни разу и не совершили нападения. Кое-кто пытался добиться стратегического превосходства над оппонентом или же, наоборот, руководствовался чисто моральными принципами.

Один из студентов подытожил свои впечатления от игры в специальном эссе, написанном им на эту тему. Я процитирую некоторые из его заключительных замечаний: «Данные, представленные игрокам в модели, оказались достаточно заманчивыми для нескольких студентов, нанесших массированные удары друг по другу... Это как-то не вяжется с политической теорией равновесия или равновесия за счет устрашения. Если главы государств будут видеть поле игры на своих видеотерминалах подобно студентам, то игра, участниками которой мы все являемся, может закончиться аналогично игре PACMAN, когда все точки на экране оказываются съеденными, а в разменном автомате нет ни одного пятака».

Хомер-Диксон в настоящее время

аспирант МТИ и работает в Кембриджском научном центре по изучению международных отношений. Оливо — работник фирмы Thinking Machines («Думающие машины»), также в Кембридже. Программа игры «После ГВУ» была создана при финансовой поддержке фирмы IBM и DEC (Digital Equipment Corporation) в рамках проекта Athena, выполняемого в МТИ с целью изучения роли компьютеров в обучении. В создании программы «После ГВУ» принимал также участие профессор Х. Олкер с кафедры политических наук МТИ. Он воспользовался программой в своих занятиях со студентами.

Я БЫЛ ПОРАЖЕН обилием читательских откликов на статью, опубликованную в августовском номере журнала и посвященную алгоритмическим головоломкам. На этот раз не нужно было писать никаких программ, требовалось лишь построить несколько алгоритмов подзаправки автомашины в пустыне и железнодорожных маневров. Несколько сот «одноколейных умов» прислали мне результаты своих исследований, и мне приятно сознавать, что я дал людям столько пищи для размышлений.

Алгоритмическая головоломка — это задача, имеющая алгоритмическое решение, т. е. рецепт или процедура, следуя которой, можно прийти к заданной цели. Головоломки с поездами были проще отчасти потому, что я привел решение одной из них. Конечно, очень трудно было отобрать лучшее решение из множества ответов, присланных ко второй головоломке, в которой требовалось развернуть весь состав, пользуясь лишь одним тупиком, вмещавшим только один вагон. Отобрав более или менее произвольно одно из лучших решений, присланных раньше других, я представляю здесь алгоритм, предложенный Д. Ауенбаем из Уэст-Ковина (шт. Калифорния). Буквой A обозначен участок железнодорожного полотна от Задаченска до тупика, B обозначает сам тупик и C — основной участок пути от тупика B до Решенска. Через Pk обозначен k-й вагон поезда.

```
Расцепить поезд P
вперед к B
назад к C
for k = 1 to n
   вперед к A
   прицепить Pk
   назад к C
   вперед к B
   отцепить Pk
   назад к C
   вперед к A
   назад к B
   прицепить Pk
```

В другом варианте решения процедура начинается не с первого вагона, а с последнего. Как подметили некоторые читатели, приведенное выше решение требует затрат, пропорциональных n^3, поскольку n вагонов поезда нужно протащить назад и вперед n раз на пути, длина которого приблизительно равна длине состава из n вагонов.

В первой задаче о разведчике пустыни требовалось определить, какое расстояние сможет преодолеть патрульная автомашина при наличии n цистерн с горючим. В исходном состоянии горючее хранится в цистернах на базе, емкость каждой цистерны равна 50 галлонам. Автомашина может везти в кузове только одну цистерну. Каким образом следует расположить в пустыне склады, доставив туда предварительно горючее все той же автомашиной, чтобы максимально увеличить расстояние, на которое автомашина сможет удалиться от базы? В статье я привел алгоритм, гарантирующий возможность проехать расстояние 600 миль при наличии двух цистерн с горючим. Однако оптимальное расстояние, как показали У. Липп и многие другие читатели из Милфорда (шт. Коннектикут), равно 733,33 мили. В своем живо написанном письме под заглавием «Побьем рекорд! Даешь 733 мили всего на двух цистернах!» Липп показал, как можно превзойти результат 666 миль, о возможности достижения которого я говорил в статье. Вот его алгоритм (в слегка отредактированной форме):

```
Заправить автомашину из первой цистерны
Погрузить вторую цистерну
Вперед на 50 миль
Разгрузить вторую цистерну
Назад на базу
Заправить бак из первой цистерны
Погрузить первую цистерну
Вперед на 100 миль
Разгрузить первую цистерну
Заправить бак из первой цистерны
Назад на 50 миль ко второй цистерне
Погрузить вторую цистерну
Вперед на 50 миль к первой цистерне
Заправить бак из первой цистерны
Вперед на 33,33 мили
Разгрузить вторую цистерну
Назад на 33,33 мили к первой цистерне
Погрузить первую цистерну
Вперед на 33,33 мили ко второй цистерне
```

На этом этапе патрульная автомашина находится уже на расстоянии 133,33 мили от базы. Теперь нужно просто погрузить вторую цистерну (еще полную) и проехать вперед на расстояние 600 миль.

Обобщая этот алгоритм, мы не сможем прийти к оптимальному алгоритму при числе цистерн $n > 2$. Например, при его помощи мы не сможем достичь оптимального расстояния 860 миль при наличии 3 цистерн с горючим. Я приведу общий алгоритм (для числа цистерн $n \geqslant 6$) через месяц, а также дам решение ко второй задаче о разведчике пустыни.

Издательство
МИР
предлагает:

Кёршан Б., Новембер А., Стоун Дж.
ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ
Перевод с английского
Пособие по основам информатики и вычислительной техники для средних учебных заведений. В доступной форме излагаются основные принципы построения, программирования и применения персональных компьютеров при решении различных практических задач. В качестве основного языка программирования используется Бейсик, что позволяет быстрее освоить принципы работы на персональном компьютере. Обсуждаются перспективы развития вычислительной техники, в частности устройств синтеза и распознавания речи, очувствленных роботов, элементов систем искусственного интеллекта. Наличие многочисленных иллюстраций, хорошо проработанная методика изложения сущетсвенно облегчают усвоение материала.
Для учащихся средних учебных заведений, студентов вузов и техникумов, всех желающих изучить основы вычислительной техники и программирования.
1988, Цена 1 р. 90 к.